

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-137401

(43)Date of publication of application : 12.06.1991

(51)Int.Cl.

F22B 21/04  
B08B 3/02  
H01L 21/304

(21)Application number : 02-273158

(71)Applicant : APPLIED MATERIALS INC

(22)Date of filing : 11.10.1990

(72)Inventor : LORIMER D ARCY

(30)Priority

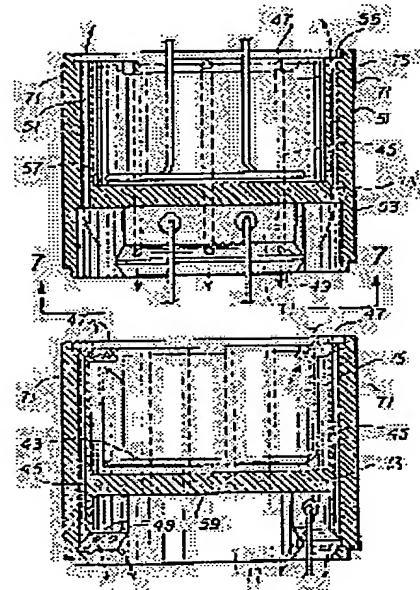
Priority number : 89 419865    Priority date : 11.10.1989    Priority country : US

## (54) STEAM GENERATOR

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To achieve a prolonged operation without accumulation of contaminants, by taking a larger ratio between a power to be inputted into a number of chambers and the surface area of feed water to cause a gentle boiling, while the chambers undergo a continuous flashing to efficiently generate steam of a extra high purity.

**CONSTITUTION:** This steam generator has a top unit, four intermediate units and a bottom unit. The intermediate units are divided into an upper capacity and a lower capacity by a cylindrical side wall 71 and a floor 73 and the upper capacity forms a feed water reservoir 75 while the lower capacity a steam collection area 77. A plurality of drain pipes 45 are provided inside the cylindrical side wall 71 and feed water drops to the feed water reservoir of a lower chamber through the drain pipes 45. A steam path 51 is formed and steam rises up to an upper chamber from the steam collection area 77 of the lower chamber. Each reservoir has an electric coil 43 sunk thereinto. Output of each coil is about 1,000-1,200 watt and the water is converted to steam at a rate of about 80-100 cc per min. The surface area output ratio is larger and enables gentle boiling of the feed water.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

**BEST AVAILABLE COPY**

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-137401

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)6月12日

F 22 B 21/04  
B 08 B 3/02  
H 01 L 21/3043 4 1 H  
V7715-3L  
7817-3B  
8831-5F

審査請求 未請求 請求項の数 30 (全11頁)

⑮ 発明の名称 蒸気発生器

⑯ 特 願 平2-273158

⑰ 出 願 平2(1990)10月11日

優先権主張 ⑱ 1989年10月11日 ⑲ 米国(US) ⑳ 419865

⑳ 発 明 者 ダルシー ローリマー アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95051 サンタ ク  
ララ ナイツブリッジ レーン 2584㉑ 出 願 人 アブライド マテリア アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サンタ クララ パ  
ルズ インコーポレー ウアーズ アベニュー 3050  
テッド

㉒ 代 理 人 弁理士 中 村 稔 外7名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

蒸気発生器

## 2. 特許請求の範囲

- (1) 垂直方向に積み重ねられ、内部で連通している複数の液体保持チェンバーであって、頂部チェンバーと底部チェンバーを含む液体保持チェンバーと、

前記頂部チェンバーに水を導き入れる導入手段と、

前記底部チェンバーより上方の前記各チェンバー内に設けられた誘導手段であって、オーバーフローした水を上方のチェンバーから下方のチェンバーへ導く水誘導手段と、前記底部チェンバーに達した水を取り除くための前記底部チェンバーに設けられたドレーン手段と、

前記各チェンバー内の水を加熱して前記各チェンバー内において蒸気を生成する加熱手段と、

前記蒸気を下方のチェンバーから上方のチェンバーへ導く蒸気誘導手段とを備え、前記蒸気

は上昇して収集領域に達し、

前記蒸気を前記収集領域から排出する蒸気排出手段と、

を備える蒸気発生器。

- (2) 前記水誘導手段は複数のドレーン管を備えており、該ドレーン管の各々は上方のチェンバーに入口を有し、直下のチェンバーに出口を有しており、前記入口は上方のチェンバー内におけるオーバーフローレベルに位置していることを特徴とする請求項(1)記載の蒸気発生器。

- (3) 前記蒸気誘導手段は複数の通路を備えており、各通路は下方のチェンバーの最上位置の部分に入口を有し、直上のチェンバーに出口を有しており、前記出口は前記オーバーフローレベルよりも上のレベルに位置していることを特徴とする請求項(1)記載の蒸気発生器。

- (4) 前記蒸気排出手段は前記頂部チェンバー内に蒸気出口を有することを特徴とする請求項(3)記載の蒸気発生器。

- (5) 前記加熱手段は前記オーバーフローレベルよ

り下方にある部分を有する電気抵抗コイルを備えていることを特徴とする請求項(1)記載の蒸気発生器。

(6) 前記電気抵抗コイルの各々はほぼ同量の電力を蒸気に変換させることを特徴とする請求項(5)記載の蒸気発生器。

(7) 前記各チェンバーは非金属材料からつくられていることを特徴とする請求項(1)記載の蒸気発生器。

(8) 前記各チェンバーは円筒形状であることを特徴とする請求項(1)記載の蒸気発生器。

(9) 前記水には5～10%のイソプロピルアルコールが添加されていることを特徴とする請求項(1)記載の蒸気発生器。

(10) 壁で囲まれた、液体を保持する複数のチェンバーであって、内部を重力で液体が落下し、頂部チェンバーと底部チェンバーとを含む複数のチェンバーを備えるハウジングと、

前記頂部チェンバーに水を導き入れる水導入手段と、

請求項(10)記載の蒸気発生器。

(11) 前記第二通路手段は前記チェンバーの壁内に形成された第二の複数の直立管を備えており、前記直立管の各々は下方のチェンバーの最上部分に入口を、直上のチェンバーに出口をそれぞれ有し、前記出口は前記オーバーフローレベルよりも上方にあることを特徴とする請求項(10)記載の蒸気発生器。

(12) 前記加熱手段は0.2フィート<sup>2</sup>/Kwよりも大きい液体表面積・出力比を有するように作動的に調節可能であることを特徴とする請求項(10)記載の蒸気発生器。

(13) 前記加熱手段は各チェンバー内に配置された電気抵抗コイルを備えており、前記各コイルは前記オーバーフローレベルよりも下方にある部分を有していることを特徴とする請求項(10)記載の蒸気発生器。

(14) 前記ハウジングは圧縮されて結合している複数の垂直方向に積み重ね可能なユニットを備えていることを特徴とする請求項(10)記載の蒸気発生器。

オーバーフローした水を上方のチェンバーから直下のチェンバーへ送る、前記チェンバー内に形成された第一通路手段と、前記底部チェンバーから水を取り出すための前記底部チェンバーに設けられた液体ドレイン手段と、

前記各チェンバーにおいて水を加熱し、前記各チェンバー内において蒸気を生成する加熱手段と、

前記蒸気を下方のチェンバーから上方のチェンバーへ導く、前記チェンバー内に形成された第二通路手段と、

前記頂部チェンバーから蒸気を制御自在に排出する蒸気排出手段と、

を備える蒸気発生器。

(15) 前記第一通路手段は前記チェンバーの壁内に形成された第一の複数の直立管を備えており、前記直立管の各々は上方のチェンバーに入口を、直下のチェンバーに出口をそれぞれ備えており、前記入口は前記上方のチェンバーのオーバーフローレベルと同じ高さにあることを特徴とする

生器。

(16) 垂直方向に積み重ね可能で内部連結している複数のモジュールを備え、前記モジュールは積み重ねたときに垂直方向に複数のチェンバーを形成し、前記チェンバーには頂部チェンバーと底部チェンバーとを含み、前記チェンバーの各々は液体リザーバを内部に備え、

前記頂部チェンバーのリザーバに給送水を導入する給送水入口と、

上方のチェンバーに入口を、直下のチェンバーに出口をそれぞれ有する垂直管の重力給送ネットワークとを備え、前記入口はリザーバのオーバーフローレベルにあり、前記底部チェンバーは該底部チェンバーのリザーバ内の給送水のレベルに応じた給送水ドレイン出口を有し、

各チェンバーのリザーバ内に配置された抵抗コイルを有する電気加熱システムを備え、各コイルは給送水を穏やかに沸騰させるのに十分なエネルギーを発生し、

隣接するチェンバーと直接に連通する蒸気通

路のネットワークを備え、各蒸気通路は下方のチェンバーの最上部分に入口ポートを、直上のチェンバーに出口ポートをそれぞれ備え、前記出口ポートはオーバーフローレベルより上方のレベルにあり、

前記頂部チェンバー内に設けられた蒸気出口と、

を備える蒸気発生器。

- (17) 前記モジュールを結合状態に保持する圧縮バネ付勢手段を備えることを特徴とする請求項(16)記載の蒸気発生器。
- (18) 前記モジュールは円筒形状を有することを特徴とする請求項(17)記載の蒸気発生器。
- (19) 前記電気加熱システムは0.2フィート<sup>2</sup>/Kwより大きい給送水表面-出力比を有することを特徴とする請求項(18)記載の蒸気発生器。
- (20) 前記給送水には20%以下の液体イソプロピルアルコールが添加されていることを特徴とする請求項(19)記載の蒸気発生器。
- (21) 純粋蒸気を生成することができ、蒸気出口

記蒸気発生器はオーバーフローした給送水を上方のチェンバーから直下のチェンバーに誘導する手段を含み、前記チェンバーは給送水ドレーンを有する最下チェンバーを含み、前記各チェンバーは蒸気を生成する加熱手段と、該蒸気を下方のチェンバーから最上のチェンバーへ導く手段とを備えることを特徴とする請求項(21)記載の蒸気生成および清掃システム。

- (23) 前記小滴分離手段はフィルター手段を備えていることを特徴とする請求項(21)記載の蒸気生成および清掃システム。
- (24) 前記対象物は回転自在の台座により前記清掃領域内に支持されていることを特徴とする請求項(23)記載の蒸気発生器。
- (25) 前記不活性ガスは窒素ガスであることを特徴とする請求項(21)記載の蒸気生成および清掃システム。
- (26) 垂直方向に積み重ねられ、内部で連通しており、頂部チェンバーと底部チェンバーとを含む複数のチェンバーを蒸気発生器内に設ける過

程と、

不活性ガス供給源と、

前記蒸気出口と前記不活性ガス供給源とに連結しており、小滴分離手段を備えている加熱された供給ラインと、

前記不活性ガスと前記蒸気とを制御自在に混合して前記加熱された供給ラインに送る混合手段と、

清掃されるべき表面を外部に晒している対象物を包含している囲いを備えた清掃領域とを備え、前記供給ラインは該清掃領域と連結して、該清掃領域内に支持されている前記対象物の晒された表面上を前記不活性ガスと前記蒸気とを通過させるものである蒸気生成および清掃システム。

- (22) 前記蒸気発生器は垂直方向に積み重ねられた複数の沸騰用チェンバーを備え、該チェンバーは内部を液体が重力により落下する関係に配置されており、前記チェンバーは給送水入口と蒸気出口とを有する最上チェンバーを含み、前

程と、

給送水を前記頂部チェンバーに導入する過程と、

前記各チェンバー内に給送水のリザーバを形成し、オーバーフローした給送水を前記チェンバー内部を下方に落下させ余分な給送水は前記底部チェンバー内のドレーンから排出させる過程と、

前記各リザーバを加熱して各チェンバー内において蒸気を生成する過程と、

生成した蒸気を上昇させ前記頂部チェンバー内に収集する過程と、

収集した蒸気を前記頂部チェンバーから制御自在に排気する過程と、

排気した蒸気を凝縮点以上の温度に保つ過程と、

排気した蒸気を濾過する過程と、

濾過した蒸気を使用場所に送る過程と、

からなるほぼ純粋な蒸気を製造する方法。

- (27) 前記蒸気を半導体ウェーハ表面の清掃に使

用することを特徴とする請求項(28)記載の方法。  
 (28) 垂直方向に積み重ねられ、頂部チェンバーと底部チェンバーとを含む複数のチェンバーを有する蒸気発生器を用意する過程と、

給送水を前記頂部チェンバーに導入する過程と、

前記各チェンバー内に給送水のリザーバを形成し、オーバーフローした給送水を前記チェンバー内部を下方に落下させ余分な給送水は前記底部チェンバー内のドレーン手段から排出させる過程と、

前記各チェンバー内の前記各リザーバを加熱して蒸気を生成する過程と、

生成した蒸気を前記頂部チェンバー内に収集する過程と、

収集した蒸気を前記頂部チェンバーから制御自在に排気する過程と、

不活性ガスを供給する過程と、

排気した蒸気を凝縮点以上の温度に保たれている前記不活性ガスと選択的に混合する過程と、

蒸気と不活性ガスの混合気を送過する過程と、  
 送過した混合気を所望の箇所に送り、囲いの中において回転自在に支持された対象物の表面上を通過させる過程と、

対象物を回転させてその表面から凝縮物を跳ね飛ばす過程と、

を備える蒸気生成および清掃方法。

(29) 送過した混合気を送り込む前記所望の箇所は、

前記囲いを清浄するためにのみ用いる不活性ガスと、

高速プレブラストのための不活性ガスおよび蒸気と、

前記表面上に凝縮物を形成するためにのみ用いる蒸気と、

ブラスト後のための蒸気および不活性ガスと、

前記表面を乾燥するためにのみ用いる不活性ガスと、

を備えることを特徴とする請求項(28)記載の方法。

(30) 前記不活性ガスは窒素ガスであることを特徴とする請求項(27)記載の方法。

### 3. 発明の詳細な説明 (産業上の利用分野)

本発明は純粋な蒸気を生成し、およびそれを利用する装置および方法に関する。

#### (従来の技術)

半導体製造時に一般的に用いられる有害な化学溶剤に起因して起こる環境問題のため、近年では蒸気を用いて半導体表面のクリーニングを行うことに関心が向けられている。さらに、これらの有害化学物質を適正に処理することの困難さ、および処理に要する費用の問題もある。このため、これらの有害化学物質の代替物質が求められている。

蒸気を用いて半導体ウェーハの表面をクリーニングする技術の一例として米国特許第4,186,032号がある。この技術においては超高温に加熱された蒸気がウェーハ上を通過し、その後凝縮されて水滴になり、ウェーハから滴下する。

半導体製造技術の進歩に伴って半導体一個の大きさは年々小さくなっている。半導体の大きさが

小さくなるにつれてクリーニングの方法及び装置も改良を行うことが必要になってきた。というのは、超微粒子でさえ半導体の回路をマヒさせることができるからである。このことは蒸気を用いてクリーニングを行う方法にとっては使用する蒸気の純度を向上させる必要があることを意味している。

一般的な形式の蒸気発生器はパッチ型ボイラーと呼ばれるものである。これらのボイラーの特徴は水の入口と蒸気の出口を有することである。しかしながら、この形式のボイラーでは、時間の経過とともにボイラーの水の中に蓄積される不純物によって蒸気が汚染され得る。このため、この形式のボイラーは定期的に清掃を行わなければならない。

米国特許第4,767,502号が開示する純粋な蒸気の発生器は特に製薬業界の蒸気殺菌製品に用いられる。この米国特許に係る蒸気発生器は給送水ラインと、給送水を加熱する電極システムと、蒸気出口と、水滴分離器とを有する。ここで考慮すべ

き重要な事は急速作動型電気蒸気発生器を提供することである。これに対する解決策は電極を小さな管状空間内に配設することであることがわかった。この配置によって電極が通過する熱量を減らすことができ、所望の短時間のボイリングを行うことができる。しかしながら、短時間のうちにボイリングを行うと蒸気中の小滴の発生が顕著になる。この小滴を除去するため長い曲路が設けられており、これにより蒸気発生器の全体の効率が低下している。

そのうえ、ボイリングに際してもさらに効率低下が生じる。理論的には水が一旦沸騰点に到達すると、以後エネルギーは水を蒸気に変換するのに費やされる。実際にはボイリングが速くなればなるほど、変換の効率は低下する。すなわち、変換に費やされるエネルギーの量がますます、生成される水蒸気の量の増加分は減少する。しかし、半導体ウェーハの清掃には多量の純粋蒸気が必要とされる。これまで、小滴の発生を伴うことなく多量の純粋蒸気を生成することの難しさは解決され

ていない。

ヨーロッパ出願EP-0-284-052-A2には超純粋の水をつくる装置および方法が示されている。この方法は蒸留法を用いている。この蒸留法においては、使用される水は蒸留を行う前に最初加熱されて水分中の揮発性成分が除去される。揮発性成分を除去した水は次いで加熱され、蒸気が生成される。この蒸気は、気体は通すが液体は通さない隔膜を用いて濾過され、その後、この濾過された蒸気は凝縮される。こうして多量の凝縮水が生成され、純水を必要とする処理、例えば半導体ウェーハ表面や医療用品の清掃などに用いられる。

清掃用として用いる水については、たとえそれが超純水であっても、水の生成または蓄積に際してバクテリアが発生するという問題が起きることがある。このため、超純水を用いる清掃方法は半導体ウェーハ表面の清掃方法として完全に適合しているものであることを要する。

〔発明が解決しようとする課題〕

このため、本発明は、超高純度の蒸気を効率的に生成し、蒸気発生器内の汚染物の蓄積のおそれなく長期間にわたって作動することができる蒸気発生器を提供することを目的とする。

さらに、本発明は多量の電力を蒸気に変換することができる蒸気発生器を提供することを目的とする。

さらに、本発明は半導体ウェーハ用の超高純度蒸気清掃システムを提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記の目的を達成するため、本発明に係る蒸気発生器は、垂直方向に配設された複数のチェンバーを備える。この複数のチェンバーは各チェンバーに分配された電力に応じて蒸気生成面を増加させる。各チェンバーは相互に頂上に位置しており、ドレーン管と蒸気通路とにより内部で連結している。これにより、チェンバーの頂上から導入された給送水は各チェンバーを通過して落下して行き、一方蒸気は最上のチェンバーへ上がって行く。各チェンバーは貯留水が給送水リザーバの所定のレ

レベル以下であるようにする。給送水がそのレベルを越えると、水はドレーン管を通して下のチェンバーへ流れ出す。チェンバーの上方部分に設けられた蒸気通路は上方に延びて次のチェンバー内部にまで達しており、これにより蒸気は上方のチェンバーに達することができる。最下にあるチェンバーの給送水ドレーンは余分な給送水を取り除く。

上述の蒸気発生器には、発生した蒸気をウェーハ表面の清掃に用いる半導体ウェーハ清掃システムを組み入れることができる。このシステムは加熱された供給ラインを備えている。この供給ラインは残存している液体小滴や粒子を蒸気から取り除くためのフィルターを備えている。こうして濾過された蒸気は清掃対象のウェーハ表面に向けられ、ウェーハ表面上において凝縮する。

本発明の主な特徴および利点は多数のチェンバーによって、入力された電力に対する給送水表面積の比を大きくすることができることである。各チェンバーには電気コイルが配置されており、

これによって発生器に供給される全電力が各チェンバーに均等に分配される。各コイルの定格電力は各チェンバーにおいて穏やかなボイリングが行われるような電力である。これによって小滴の発生という固有の問題を伴う活発なボイリングを避けることが可能になるとともに多量の純粋蒸気を得ることが可能になる。これ以外の利点は、給送水を勢いよく落下させることから各チェンバーについて連続的にフラッシングを行うことにより、蒸気発生器内に蓄積する汚染物の量を効率的に減らすことができる点である。さらにもう一つの利点は、前記のウェーハ清掃システムにおいて液体である水よりも蒸気を透過する方がより効率的であるという点である。これは、市販のガスフィルターはPPBの単位の汚染粒子に対して有効であるが、液体フィルターは上記の単位についてはガスフィルターほど有効ではないからである。そのうえ、蒸気は使用時に凝縮されて用いられるので、バクテリアの発生という問題も回避することができる。以下、これらの利点および特徴を図面を参

照してより詳細に説明する。

#### 〔実施例〕

第1図には多段蒸気発生器11が示されている。蒸気発生器11は様々なモジュラー・ユニットを構成しており、モジュラー・ユニットは外側ハウジングを形成し、蒸気発生器11内部の内部段すなわちチェンバーを形成している。図示した実施例においては、蒸気発生器11は頂上ユニット13と、4個の中間ユニット15と、底部ユニット17とを有している。4個の中間ユニット15は全て同一のものである。これらのユニット13、15、17を積み重ねて5個のチェンバーが形成されている。チェンバーのいくつかはその断面図が第2図に示されている。チェンバーの数は5個以外の他の数でも良く、所望する蒸気発生量や他の要素との関係に応じて変えることができる。ただし、一般的には少なくとも3個のそれぞれ独立したチェンバーが必要である。絶縁用ジャケット（図示せず）で積み重ねたユニット（以下「スタック」という）の回りを囲ってもよい。

このスタックを保持するため、頂上リング19と底部リング21とがナット25で留められた長ボルト23により固定されている。第3図に示すように、圧縮パネ27はボルト23の熱膨張を考慮したものである。スタックは3〜4フィートの高さについて最大で0.5インチだけ垂直方向に延びることがある。これは、4個のボルト23に取り付けられている250〔ポンド/インチ〕のパネ定数kを有する圧縮パネ27により調整される。

蒸気発生器11の頂面には給送水入口29が設けられている。給送水はこの入口29を通して供給される。例として二つの入口29を示してあるが、少なくとも1個あれば充分である。蒸気発生器11の頂面には蒸気が逃げるための蒸気出口31も設けられている。底部ユニット17のベースには給送水ドレーン33が取り付けられており、給送水ドレーン33は制御バルブ35と連結している。余分な給送水はドレーン33を通して排水される。給送水は超高純度（UHP）かつ非イオ

ン化水であることが好ましいが、イソプロピルアルコールと非イオン化水との混合物であってもよい。

第2図には内部構造の一部が示されている。蒸気発生器11は頂部チェンバー37と底部チェンバー39とを備えている。頂部チェンバー37と底部チェンバー39との間の中間チェンバー41は全て同一のもので、第4図ないし第7図により詳しく示されている。頂部チェンバー37はV字型境界壁61を有する点において他のチェンバーとは異なっている。V字型境界壁61は給送水および蒸気を通過させる孔63を備えている。V字型境界壁61は、頂部チェンバー37から蒸気出口31を通過して蒸気とともに排出される小滴の数を減少させる効果を有する。給送水は入口29から頂部チェンバー37へ供給される。供給された給送水は各チェンバーを通過して下方に落下し、底部チェンバー39に到達する。余分な給送水は底部チェンバー39において給送水ドレーン33から排出される。

上部容量と下部容量とに隔てている。上部容量は上方のチェンバーに対する給送水リザーバ75を形成しており、下部容量は下方のチェンバーに対する蒸気収集領域77を形成している。床73は上面57と下面59とを有する。

円筒形側壁71の内部には複数のドレーン管45が設けられている。ドレーン管45は給送水リザーバ75内部に入口47を有しており、給送水が入口47に達すると、給送水はドレーン管45内にオーバーフローし、ドレーン管45を通過して出口49まで落下する。さらに、給送水は下方のチェンバーの給送水リザーバに到達するまで落下を続ける。

円筒形側壁71の内部には蒸気通路51も形成されている。この蒸気通路51を通過して蒸気は下方のチェンバーの蒸気収集領域77から上方のチェンバーへ上昇する。これらの蒸気通路51は床73の下面59に形成されている入口ポート53を有する。蒸気通路51は上方に延びて上方のチェンバー内部に達しており、給送水がオーバーフ

各チェンバーには給送水を加熱し、蒸気を生成するための加熱コイル43が設けられている。各コイル43の定格出力は約1000ワットであることが好ましく、この場合の各チェンバーにおける給送水の好ましい表面積は約1フィート<sup>2</sup>である。すなわち、出力に対する表面積の好ましい比は0.25〔フィート<sup>2</sup>/KW〕である。各コイル43はユニット上方から下方に伸びている。すなわち、各コイル43は下方のユニットに滑り落ちることができるように上方のユニットに取り付けられている。各コイル43に連結した電気導線67用として上方のユニットには二つのネジ孔65が設けられている。コイル43は電気に対して抵抗性を示す他の既知の材料からつくこともできるが、テフロン(デュポン(Dupont Company)社の登録商標)その他の非活性物質でコーティングする必要がある。

第4～7図には中間ユニット15が示されている。中間ユニット15は円筒形側壁71と床73とを有している。床73はユニットの内部空間を

ローする地点よりも上方の地点にある出口ポート55まで延びている。

蒸気発生器11に適した材料としてはモールド加工可能なPFAテフロン、機械加工可能なPVDF(ポリビニリデン・フッ化物)、およびPEEK(ポリエーテルエーテルケトン)がある。PVDFはペンウォルト社(Pennwalt Corp.)の商標「カイナ(Kynar)」としても知られているものである。各ユニットを積み重ねた状態においてはシール性を向上させるため各ユニット間にテフロン製Oリングを用いることもできる。テフロンはポリテトラフルオロエチレンの登録商標である。

第1～7図を参照すると、蒸気発生器11はモジュラーユニット13、15、17から組み立てられている。モジュラー構造とすることにより製造コストが減少するとともに、このシステムのフレキシビリティが向上する。蒸気発生器11の内部は垂直方向に積み重ねられた複数のチェンバーに分けられている。各チェンバーは給送水リザ



ーバ75と蒸気収集領域1とを有するように構成されている。以下、給送水と蒸気に対するネットワークシステムを説明する。

UHP給送水は給送水入口29から頂部チェンバー37内部に注入され、V字型境界壁61の孔63を通過して頂部チェンバー37のリザーバへ流れ落ちて行く。リザーバ内部の給送水のレベルがいわゆるオーバーフローレベルに達すると、余分な給送水は直下のチェンバーのリザーバへ排水される。オーバーフローによる排水は頂部ユニット13及び中間ユニット15の内筒形側壁71内部に形成されたドレーン管45により行われる。底部チェンバー39の下方には余分な給送水を排出すべきチェンバーが存在しないので、底部ユニット17には給送水ドレーン33と制御バルブ35とが設けられている。制御バルブ35は底部チェンバー39内の給送水のレベルを示す指標あるいは信号に応ずるようにすれば良い。連続作動中においては、給送水の流量は約150cc/分であり、蒸気に変換される水の量は約80cc/分である。

ある。

各リザーバには電気コイル43が沈められている。図では単純化するため一つのループコイルのみを示してある。実際には、コイル43は数個のループを有するように構成しても良く、またリザーバのほぼ全面積にわたって広がっていてもよい。作動中における各コイルの出力は約1000~1200ワットであり、全出力としては5~6Kwである。この出力によって毎分約80~100ccの水が蒸気に変換させられている。表面積-出力比が大きいこと、通常は0.25フィート<sup>2</sup>/Kwであることから、給送水は穏やかに沸騰する。蒸気はリザーバの上方の容積内に集まり、側壁71内の蒸気通路51を通過して上方のチェンバーへ上昇して行く。その後、蒸気は蒸気出口31を通過して排気される。排気された蒸気は超高純度の蒸気であり、上述したような純粋蒸気を必要とする分野において用いられる。

第8図に半導体ウェーハ清掃システム101の好適な例を示す。このシステム101では、超高

純度かつ非イオン化水は水供給ライン103から蒸気発生器11へ供給される。水には少量（供給する水の容積の20%以下、好ましくは5~10%）の液体イソプロピルアルコールを添加してもよく、添加した方がウェーハ基質にとっては好適である。蒸気は前述のようにして生成され、蒸気出口ライン105を通過して蒸気発生器11から排出される。アルコールが添加されていれば、汚染物がないという意味において蒸気は純粋なものになっている。アルコールは汚染物として扱われるものではなく、水から生成された蒸気とともに共沸する。バルブ107が蒸気の排出量を制御する。窒素ガス供給ライン109は蒸気出口ライン105と連結し、供給ライン111を形成している。窒素の代わりに他の不活性ガスを用いてもよい。供給ライン111は、その内部で蒸気の凝縮が起こらないように加熱手段121によって120℃の温度に維持されている。供給ライン111内に設けられている小滴フィルター113は蒸気および窒素ガスから残存している小滴および汚染微粒

子除去する。フィルター113として好適なものは疎水性焼結テフロン隔膜を備えた加熱したテフロンミリポア（Millipore）隔膜フィルターである。ここでミリポアとはミリポア社（Millipore Corporation）の登録商標である。この形式のフィルターはミクロン以下の大きさの液体小滴や微粒子を濾過することができる。フィルター113の大きさは所望の最大流量に応じて決められ、供給ライン111は内部で蒸気の凝縮を防ぐため加熱される。

前述したように、作動及び効果の双方の観点からして液体である水よりも蒸気を濾過する方がより効率的である。ガスフィルターの効率の良さは良く知られているところであり、本発明は超高純度蒸気を得るため、必要がある限り、多くの段階においてその効率の良いガスフィルターを利用するものである。一方、液体を濾過する装置はガスを濾過する装置よりも構造的にずっと複雑であり、さらに維持もずっと困難である。水の純度を高くするためには、次のような段階を経なければなら

ないことが多い。すなわち、凝固-沈澱、濾過、マイクロ濾過、逆浸透、ディエアレーション、イオン交換、紫外線殺菌、そして最後に超濾過という段階である。蒸留法を用いたとしても、バクテリアの発生があるため半導体ウェーハの清掃に用いる前に凝縮した水を濾過する必要がある。このように、どちらの方法をとっても液化した水はその使用前に超濾過を経なければならない。しかしながら、超濾過技術を用いて液化した水から不純物を取り除く場合の効率ミリポア隔膜濾過により蒸気から不純物を取り除く場合の効率ほど良くはない。

濾過後、蒸気と窒素ガスは清掃領域115に入られる。清掃領域115内部では真空チャック119が半導体ウェーハ117を支持している。蒸気と窒素ガスは前述した通りの方法でウェーハ表面から汚染微粒子を取り除く。

好適なウェーハ清掃方法においては三つの主要な過程がある。高速ブラスト過程と凝縮形成過程と乾燥過程である。清掃領域115は窒素その他

の不活性ガスにより浄化されることにより初期状態とされる。浄化に続けて、窒素ガスと蒸気とでウェーハ表面の短いブラストを行う。ブラストは約5秒間行う。窒素ガスと蒸気の合計流量は約150ℓ/分、あるいは蒸気が100ℓ/分、窒素ガスが50ℓ/分である。

凝縮形成過程は窒素ガスの供給を停止し、蒸気のみをウェーハ117の表面に導くことから始まる。ウェーハ117の温度は真空チャック119内の液体コイルによって維持される。この凝縮形成過程および他の全ての過程の間においては、コイルに向かう液体の温度は60℃である。凝縮中にコイルから出る液体の温度は約80℃である。真空チャック119は回転可能であり、このためウェーハ表面上で凝縮が行われているときに遠心力により回転する。このようにして、ウェーハ表面上には薄い凝縮の層が維持される。水の溶解性が大きいので、ウェーハ上の多くの汚染微粒子が水に溶解する。次いで、これらの微粒子は回転させられ、あるいはウェーハ表面から吹き飛ばされ

る。凝縮形成過程は約3分間続き、その後窒素ガスと蒸気による長いブラストが約30秒間行われる。

蒸気の供給を停止し、加熱した窒素ガスをウェーハ表面に向けることによってウェーハの乾燥が行なわれる。ウェーハの乾燥には3〜5分間を要する。ウェーハ乾燥過程の間、真空チャック119内のコイルから出て行く液体の温度は約100℃である。

前述の単一の蒸気発生器が必要な蒸気を交互に二つの清掃領域に供給できるようにして、二つの別々の清掃領域に対して凝縮形成過程、乾燥過程および他の過程のタイミングが調整される。このようなシステムでは出力がほぼ2倍になり、ほぼ連続的な安定した状態での蒸気発生器の作動が可能になる。

#### 〔発明の効果〕

上述の清掃システムの利点はウェーハ表面を清掃するのに用いる液体は使用時に凝縮されることである。これまでの方法は非イオン化した水をウ

ェーハに噴射していたが、この方法では水中でのバクテリアの成長を防止することができない。バクテリアは汚染微粒子の主な原因となり得るものである。上述の清掃システムの他の利点はガスを濾過することは液体を濾過することよりもずっと簡単であり、かつより効率的である点である。従って、本発明によって生成された蒸気は、濾過終了後においては、超高純度の蒸気となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る蒸気発生器の斜視図、

第2図は第1図の2-2線に沿った部分的な断面図、

第3図は第1図に示した支持部材の拡大図、

第4図は第1図に示した中間ユニットの平面図、

第5図は第4図の5-5線に沿った断面図、

第6図は第4図の6-6線に沿った断面図、

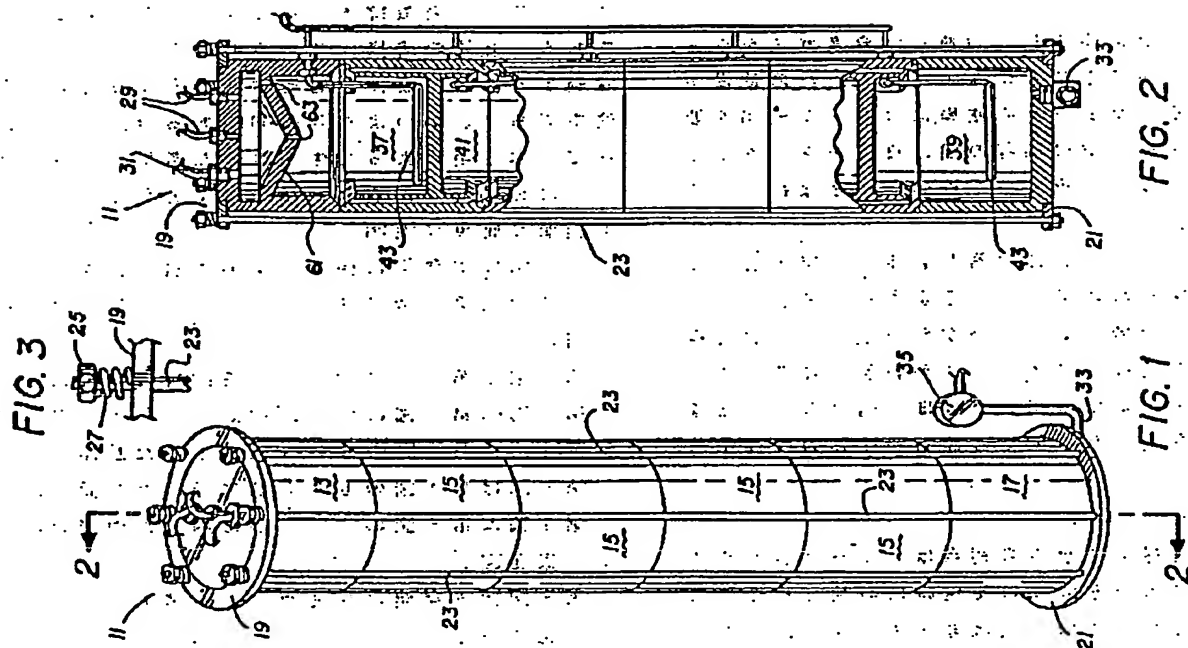
第7図は第5図の7-7線に沿った中間ユニットの底面図、

第8図は本発明に係るウェーハ清掃システムの概略図である。

## 〔符号の説明〕

- |                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| 1.1 ... 蒸気発生器          | 1.3 ... 頂上ユニット  |
| 1.5 ... 中間ユニット         | 1.7 ... 底部ユニット  |
| 1.9 ... 頂部リング          | 2.1 ... 底部リング   |
| 2.9 ... 給送水入口          | 3.1 ... 蒸気出口    |
| 3.3 ... 給送水ドレーン        | 3.5 ... 制御バルブ   |
| 3.7 ... 頂部チェンバー        | 3.9 ... 底部チェンバー |
| 4.1 ... 中間チェンバー        | 4.3 ... 加熱コイル   |
| 4.5 ... ドレーン管          | 4.7 ... 入口      |
| 4.9 ... 出口             | 5.1 ... 蒸気通路    |
| 5.3 ... 入口ポート          | 5.5 ... 出口ポート   |
| 5.7 ... 上面             | 5.9 ... 下面      |
| 7.1 ... 円筒形側壁          |                 |
| 10.1 ... 半導体ウェーハ清掃システム |                 |
| 10.3 ... 水給送ライン        |                 |
| 10.5 ... 蒸気出口ライン       |                 |
| 10.7 ... バルブ           |                 |
| 10.9 ... 窒素ガス供給ライン     |                 |
| 11.3 ... 小滴フィルター       |                 |
| 11.5 ... 清掃領域          |                 |

- |                   |
|-------------------|
| 1.1.7 ... 半導体ウェーハ |
| 1.1.9 ... 真空チャック  |
| 1.2.1 ... 加熱手段    |



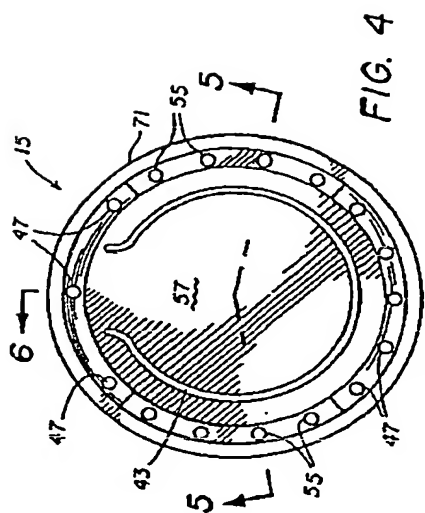


FIG. 4

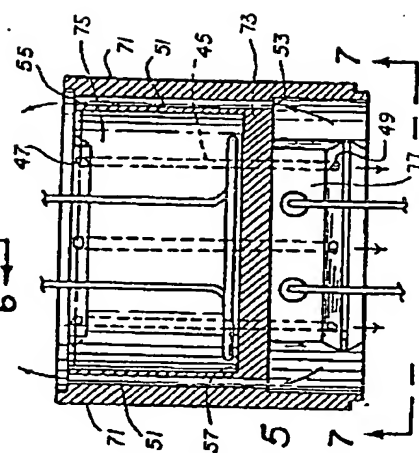


FIG. 5

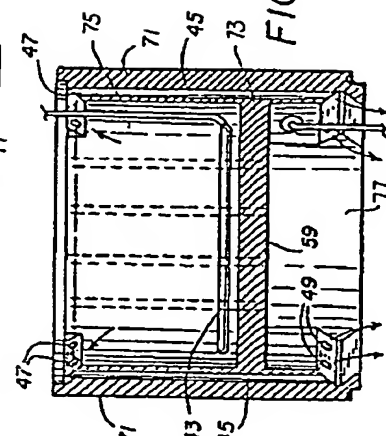


FIG. 6

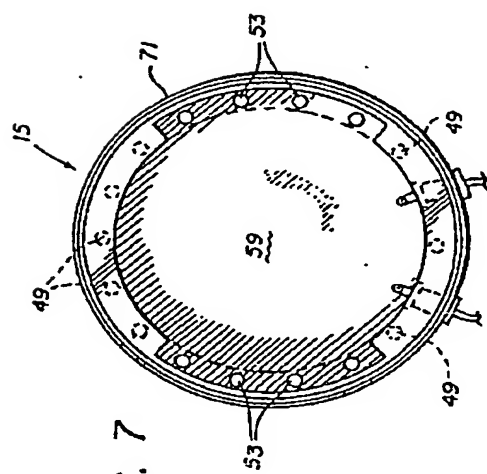


FIG. 7

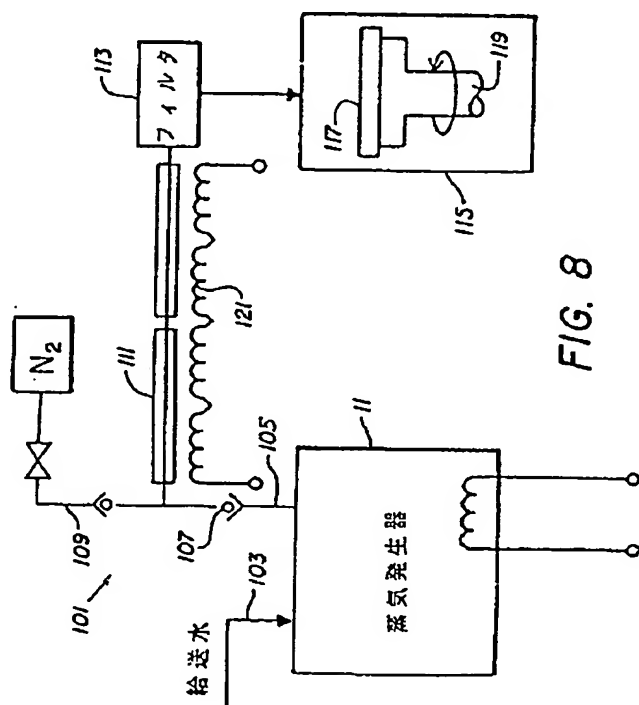


FIG. 8

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第5部門第3区分  
 【発行日】平成6年(1994)2月18日

【公開番号】特開平3-137401  
 【公開日】平成3年(1991)6月12日  
 【年通号数】公開特許公報3-1375  
 【出願番号】特願平2-273158  
 【国際特許分類第5版】

F22B 21/04 7526-3L  
 B08B 3/02 H 6704-3B  
 H01L 21/304 341 V 8728-4M

手 続 補 正 書

5. 5. 19

平成 年 月 日

特許庁長官 麻 生 渡 殿

1. 事件の表示 平成2年特許願第273158号

2. 発明の名称 蒸 気 発 生 器

3. 補正をする者

事件との関係 出 願 人

名 称 アブライド マテリアルズ  
 インコーポレーテッド

4. 代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目3番1号  
 電話(代) 3211-8741

氏 名 (5995) 弁理士 中 村 稔

5. 補正命令の日付 自 発

6. (本補正により特許請求の範囲に記載された請求項の数は合計「3」となりました。)

7. 補正の対象 明細書の特許請求の範囲の図

8. 補正の内容 別紙記載の通り

特許請求の範囲

(1) 壁で囲まれた、液体を保持する複数のチェンバーであって、内部を重力で液体が落下し、頂部チェンバーと底部チェンバーとを含む複数のチェンバーを備えるハウジングと、

前記頂部チェンバーに水を導き入れる水導入手段と、

オーバーフローした水を上方のチェンバーから直下のチェンバーへ送る、前記チェンバー内に形成された第一通路手段と、前記底部チェンバーから水を取り出すための前記底部チェンバーに設けられた液体ドレーン手段と、

前記各チェンバーにおいて水を加熱し、前記各チェンバー内において蒸気を生成する加熱手段と、

前記蒸気を下方のチェンバーから上方のチェンバーへ導く、前記チェンバー内に形成された第二通路手段と、

前記頂部チェンバーから蒸気を制御自在に排出する蒸気排出手段と、

を備える蒸気発生器。

- (2) 垂直方向に積み重ね可能で内部連結している複数のモジュールを備え、前記モジュールは積み重ねたときに垂直方向に複数のチェンバーを形成し、前記チェンバーには頂部チェンバーと底部チェンバーとを含み、前記チェンバーの各々は液体リザーバを内部に備え、

前記頂部チェンバーのリザーバに給送水を導入する給送水入口と、

上方のチェンバーに入口を、直下のチェンバーに出口をそれぞれ有する垂直管の重力給送ネットワークとを備え、前記入口はリザーバのオーバーフローレベルにあり、前記底部チェンバーは該底部チェンバーのリザーバ内の給送水のレベルに応じた給送水ドレイン出口を有し、

各チェンバーのリザーバ内に配置された抵抗コイルを有する電気加熱システムを備え、各コイルは給送水を穏やかに沸騰させるのに十分なエネルギーを発生し、

隣接するチェンバーと直接に連通する蒸気通

路のネットワークを備え、各蒸気通路は下方のチェンバーの最上部分に入口ポートを、直上のチェンバーに出口ポートをそれぞれ備え、前記出口ポートはオーバーフローレベルより上方のレベルにあり、

前記頂部チェンバー内に設けられた蒸気出口と、

を備える蒸気発生器。

- (3) 垂直方向に積み重ねられ、内部で連通しており、頂部チェンバーと底部チェンバーとを含む複数のチェンバーを蒸気発生器内に設ける過程と、

給送水を前記頂部チェンバーに導入する過程と、

前記各チェンバー内に給送水のリザーバを形成し、オーバーフローした給送水を前記チェンバー内部を下方に落下させ余分な給送水は前記底部チェンバー内のドレインから排出させる過程と、

前記各リザーバを加熱して各チェンバー内に

おいて蒸気を生成する過程と、

生成した蒸気を上昇させ前記頂部チェンバー内に収集する過程と、

収集した蒸気を前記頂部チェンバーから制御自在に排気する過程と、

排出した蒸気を凝縮点以上の温度に保つ過程と、

排出した蒸気を濾過する過程と、

濾過した蒸気を使用場所に送る過程と、

からなるほぼ純粋な蒸気を製造する方法。